Osaka University Knowledge Archive

Title	Theoretical Study of Interfaces and Quantum Spin Chains : Exact Analyses
Author(s)	佐藤, 竜太郎
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39071
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【7】

氏　　名	佐藤　竜太郎（さとう　りゅうたろう）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学位記番号	第　11719　号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Theoretical Study of Interfaces and Quantum Spin Chains : Exact Analyses **（界面及び量子スピン鎖の理論的研究：厳密な解析）**
論文審査委員	（主査） 教　授　阿久津泰弘 （副査） 教　授　赤井　久純　　教　授　大山　忠司　　教　授　齋藤　基彦 助教授　菊池　　誠

論文内容の要旨

本研究では，3次元中の2次元界面の模型および1次元量子スピン鎖に関して，ベーテ仮説法を用いて厳密な解析を行った。

体心立方構造をもつ結晶の表面に対しては，厳密に解ける微視的な模型が存在する。この模型は，2次元統計力学的格子模型の1つである6頂点模型に等価であることが知られている。ところが，これまでは外場がかけられていない対称的な模型の解析が主になされ，一般の非対称模型の詳細なふるまいについてはほとんど議論されてこなかった。本研究では，非対称6頂点模型をそれに等価な界面模型の立場から解析した。この立場では，格子模型における外場は，平均界面方位と関係づけられる。低温相における結晶平衡形は平らな面（ファセット）と曲がった面とから成るが，特にその境界（ファセット端）近傍の振る舞いは興味深い。そこで，界面自由エネルギーを，秩序変数としての平均界面方位の関数として計算した。その結果，これまでの特定の方位のファセット端近傍に対して示されていた普遍的な性質が，あらゆる方位において成り立っていることが示された。この結果を用いて，低温相での界面のガウス曲率が，ファセット端のあらゆる場所で同一の大きさのとびをもつことを示した。

6頂点模型を拡張した一般の可解な多状態頂点模型は多段差界面模型とみなすことができる。そこで，外場のない対称的な模型について，自由エネルギーの秩序変数展開を高次の項まで行った。その結果，3次までの項は状態数によらず普遍的であるのに対して，4次以降の項は一般に状態数による普遍的でない性質を示すことがわかった。

この多状態頂点模型についても，模型の可解性を保った非対称化を行い，非対称6頂点模型の場合と同様の解析を行った結果，多状態頂点模型においても，6頂点模型の場合に見られた普遍的な性質が，状態数によらず一般に成り立っていることが示された。

界面模型は2次元古典統計力学系の例であるが，厳密に解ける1次元量子系も存在し，数多くの模型がいわゆるベーテ仮説法によって厳密に解かれている。近年，低次元系で「量子ゆらぎ」の効果が本質的な役割を果たす現象が見られるようになり，これら1次元可解量子系は興味深い研究対象となっている。ベーテ仮説法では，粒子の散乱における位相のずれに関係した量であるS行列の解析がその基本にある。本研究では，スピン1の量子スピン鎖に対して，S行列に関する詳細な解析を行った。その結果，系全体としては可解でない場合でもそれが可解な部分系をもつ場合には，ベーテ仮説法による計算が高磁場領域で系全体の基底状態及び励起状態を厳密に与えることを示した。また，系全体としては可解でない，あるクラスの量子スピン鎖に対して，絶対零度における磁場誘起2次相転移の存在を厳

密に示した。

さらに，一般的に求めたＳ行列の表式を，可解性の条件であるヤン・バクスター方程式に代入することにより，新しい可解な模型を発見した。

論文審査の結果の要旨

佐藤竜太郎氏は２次元可解非対称頂点模型およびそれに等価な界面模型の解析を行い，異方的界面張力の厳密な表式を得た。その結果，低温相での結晶平衡形に普遍的な性質があることを示した。また，２次元統計系と深い関係にある１次元量子スピン系について，可解な部分空間を持ち基底状態および低励起状態がその部分空間に属するような非可解系が多くあることを示した。さらにこの性質を用いて，スピン１の非可解量子スピン鎖の高磁場領域における厳密な磁化曲線を得た。この研究は，非可解系に対して厳密結果を得る新しい方法を与えている。これらの成果は，博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。